

Smíšené konstrukční systémy vícepodlažních bytových domů ve Švýcarsku

Ing. Arch. Pavel Koláček
Doc. Ing. Ivana Žabičková CSc.
Ústav stavitelství, FA VUT v Brně

Od zákazu ke znovuvzkříšení

Ve středověku a na počátku novověku byla města ve střední Evropě sevřena kamennými hradbami, jež skrývaly hustou zástavbu dřevěných domů, většinou hrázděných. Vysoká hustota bez potřebných požárních odstupů měla při častých požárech katastrofální důsledky. Proto bylo dřevo v městském prostoru s příchodem nových materiálů, jako byl beton a ocel, zakázáno. Dnes, v době silné poptávky po bytových plochách, zpřísňujících se požadavcích na energetickou náročnost objektu a zájmu o trvale udržitelný rozvoj, se dřevo vrací jako perspektivní materiál s mnoha výhodami. Ty jsou navíc podpořeny současnými technologickými možnostmi zpracování dřeva.

Současné bytové domy ve Švýcarsku

V dnešní době je Švýcarsko známé všem architektům jako země betonu zaslíbená. Lze ho nalézt všude od budov veřejných až po ty obytné. Protože je zde užití betonu velice časté, je i technologie jeho výroby na velice vysoké úrovni a tak jsou dnes zcela běžně používány lehké tepelně izolační betony, které umožňují navrhnout stavby jako monolitické zcela bez izolace. Kvůli snaze o snížení energetické náročnosti jsou zaváděny zcela nové standardy MINERGIE v oblasti tepelné techniky. Se zpřísňujícími se požadavky se dostal jednovrstvý beton na hranice jeho možností a tak se začaly hledat alternativy.

Jednou z možností kromě zateplování a sendvičových betonových stěn bylo hojnější využití dřevěných konstrukcí. Dnes není technický problém stavět ze dřeva. Dřevostavby se dokáží vyrovnat kvalitou vnitřního prostředí i vnějšího vzhledu domům stavěným klasickou technologií. Jako vcelku logické řešení by byly tedy dřevostavby. Ty ovšem mají také své limity a tak se vývoj začal ubírat ke konstrukcím smíšeným, které těží z výhod obou materiálů.

Proč smíšené konstrukce

Abychom pochopili výhodnost užití smíšených nosných konstrukcí v případě čtyř a vícepodlažních budov ve Švýcarsku, musíme si nejdříve vyjmenovat základní výhody a nevýhody dřeva oproti konvenčním materiálům – zvláště betonu a železobetonu. Jedním z hlavních problémů dřeva je jeho požární odolnost, která už kdysi zapříčinila jeho zákaz v městské zástavbě. Dodnes platí ve Švýcarsku přísné požární normy, které nedávají možnost stavět 4 a vícepodlažní bytové domy v čistě dřevěném konstrukčním systému. Další jeho nevýhodou je omezená možnost použití ve vlhkém prostředí stejně jako u většiny ostatních přírodních obnovitelných

materiálů. Nevýhoda plynoucí z jeho nízké objemové hmotnosti je slabá schopnost akumulace a vyrovnávání teplotních výkyvů. Naopak hodnota tepelného odporu je nepříznivější ze všech běžných materiálů používaných pro konstrukce s nosnou funkcí. V dnešní době, kdy je kladen důraz na ekonomii, je důležitá rychlost výstavby, kterou dřevo díky možnosti prefabrikace a rychlé suché montáže dokonale splňuje. Pro prefabrikaci a dopravu je kladem nízká objemová hmotnost dřeva, která zmenšuje nároky na přepravní a zvedací techniku na staveništi i mimo něj. Další výhodou je nízká potřeba vstupní tzv. šedé energie, která je potřebná pro stavbu domu a výrobu stavebních dílců. To je další z řady trumfů dřeva, které se opět po letech zapomnění vrací do výstavby vícepodlažních domů.

Koncepčně můžeme se dřevem ve stavebních konstrukcích čtyř a vícepodlažních domů pracovat 2 směry. Využití pro konstrukci nenosných obvodových stěn nebo nahrazení masivní nosné konstrukce. Prvně jmenovaná možnost je poměrně nenáročná, bez velkých nároků na požární bezpečnosti a konstrukční řešení, kdy je využita hlavní výhoda dřevěných konstrukcí, kterou je především rychlá montáž. Nahrazení masivní nosné konstrukce je již složitější, protože se jedná komplikovanější řešení v oblasti požární bezpečnostního řešení a statického spolupůsobení masivní betonové nebo zděné části a dřevěné nosné struktury.

Dřevěné obvodové stěny nenosné

Použití dřeva na nenosné obvodové stěny vychází z jeho dobrých tepelně technických vlastností a snadné prefabrikovatelnosti. Konstrukčně se jedná o lehké zavěšené fasády na železobetonovém skeletu nebo železobetonovém stěnovém systému. Konstrukční nezávislost obvodových konstrukcí umožňuje jejich libovolné architektonické ztvárnění. Jako typický představitel tohoto druhu stavění byly vybrány bytové domy obytného areálu Wesemlin v Luzernu, areálu Schoenneg v Littau na předměstí Luzernu, areálu Piano Forte ve Wettingenu a komplexu Le Pommier v Grand Saconnex na předměstí Ženevy.

První 2 objekty jsou si blízké nejen svou polohou, ale i urbanistickým, typologickým a stavebním řešením. Jedná se o masivní stavby s vnitřními nosnými zděnými stěnami a železobetonovými stropy. V oblasti obvodových stěn přebírají nosnou funkci ocelové sloupy. Stejně tak byly oba investoři motivováni k dřevěným fasádám na základě požadavků MINERGIE (švýcarská norma na nízkoenergetické stavby). Vnější ztvárnění je velice podobné, protože oba investoři si přáli přírodní vzhled. V případě areálu Wesemlin v Luzernu chtěli autoři Lengacher Emmenegger Architekten spojit vnější výraz s parkem, který se zde nacházel. Proto byl na fasády zvolen obklad šindelem z místního smrkového a jedlového dřeva a organicky zakulacené rohy stavby. Konstrukčně se jedná o 240 mm široké rámy s OSB desek s vloženou tepelnou izolací, na vnitřní straně obložené sádkokartonem na OSB desce a na vnější straně šindelem na deskách s větrnou zábranou. Areál Schönegg od Lischer Partner Architekten Planer se koncepčně podobá. Jedná se opět o samostatně stojící bodové domy. Konstrukčně se liší minimálně. Zde jsou vnitřní nosné zdi železobetonové na rozdíl od předešlého objektu.

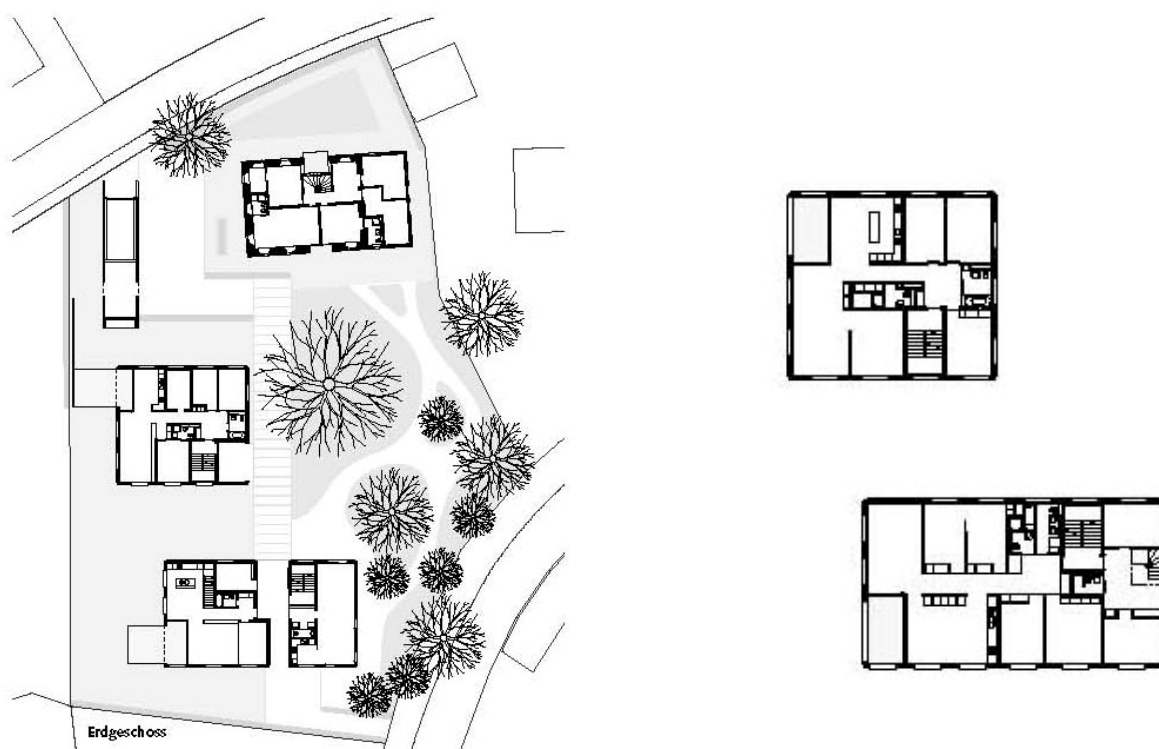
Obytný soubor Schönneg – Littau, LU, půdorys typického podlaží



Obytný soubor, Schönneg – Littau, LU



Obytný soubor Kloster Wesemlin – Luzern, LU, situace, půdorys typického podlaží



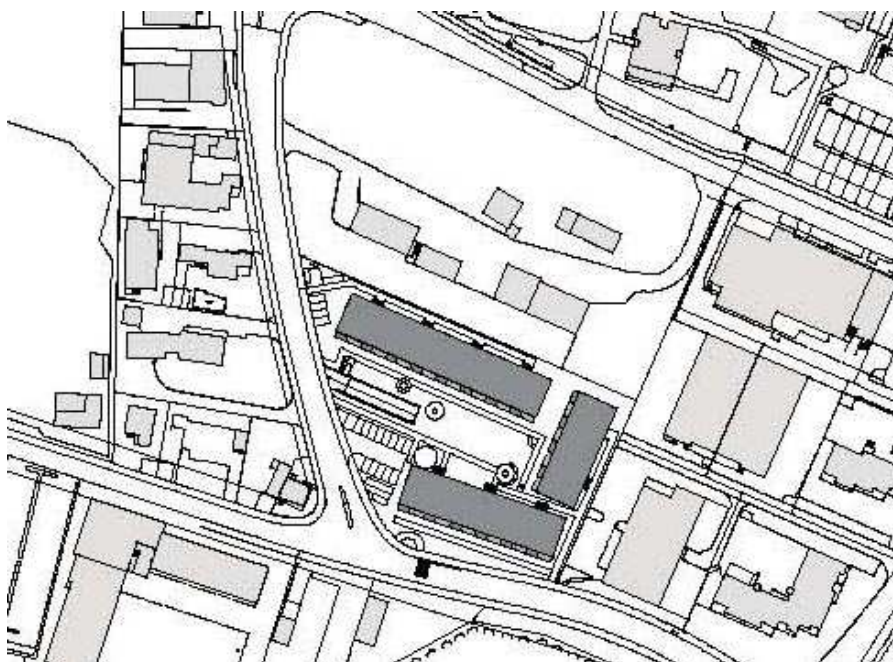
Obytný soubor, Kloster Wesemlin – Luzern, LU



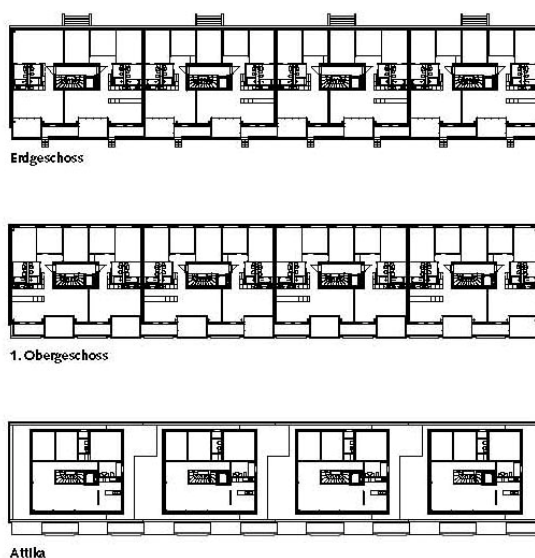
Další 2 objekty představují opět stejný konstrukční typ. Typologicky jsou si podobné v tom, že se jedná o deskové objekty s průběžnými byty, uprostřed umístěnými schodišti, a balkony přes celou délku fasády. Nosné jsou zde dělicí stěny mezi byty, schodišťové jádro a ocelové sloupy v oblasti obvodových stěn. U areálu Pianoforte ve Wettingenu od ateliéru rb2b limited se využilo prefabrikovaných fasádních dílců ze 160 mm širokých rámců z OSB desek, které jsou kvůli snížení požárního zatížení zvenku obloženy cementotřískovými deskami. Na straně bez balkonů je fasáda obložena cedrovým dřevem. Zde se jako charakteristický rys

projevují horizontální spáry mezi patry, které mají své opodstatnění z protipožárních důvodů. Zde je dřevěný obklad přerušen a zde je na cementotřískové desky montován plechový obklad. Jako kompletně dřevěná stavba je vybudováno ustupující patro. Přestavba Grand Pommier s 650 byty a 98 000 m² obchodních a kancelářských ploch je oproti komplexu Pianoforte s 61 byty velký urbanistický komplex. Aby bylo dosaženo nízkých tepelných ztrát a rychlé výstavby bylo vyrobeno 183 dřevěných fasádních panelů o rozměru 10,4 x 2,9 m se 180 mm tepelné izolace. Na první pohled nelze odhalit, že tento dům má dřevěnou konstrukci, protože jeho charakter mění obklad cementotřískovými deskami.

Obytný soubor Pianoforte – Wettingen, AG, situace



Obytný soubor Pianoforte – Wettingen, AG, půdorysy



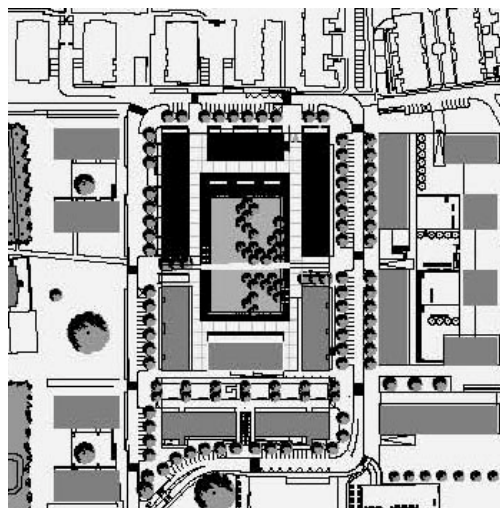
Obytný soubor Pianoforte – Wettingen, AG



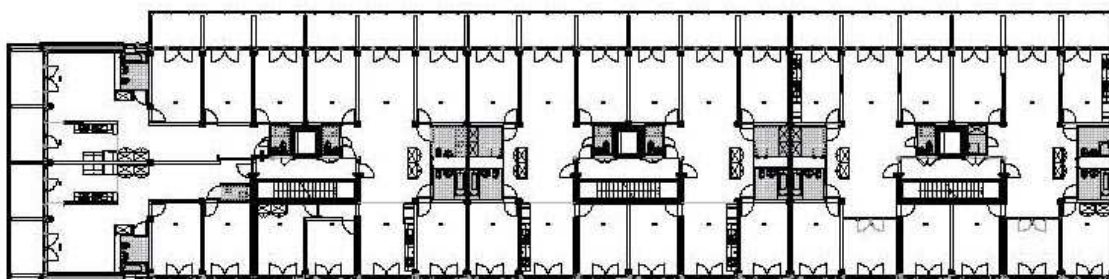
Obytný soubor Pianoforte – Wettingen, AG



Obytný soubor Le Pommier – Grand Saconnex, GE, situace



Obytný soubor Le Pommier – Grand Saconnex, GE, půdorys





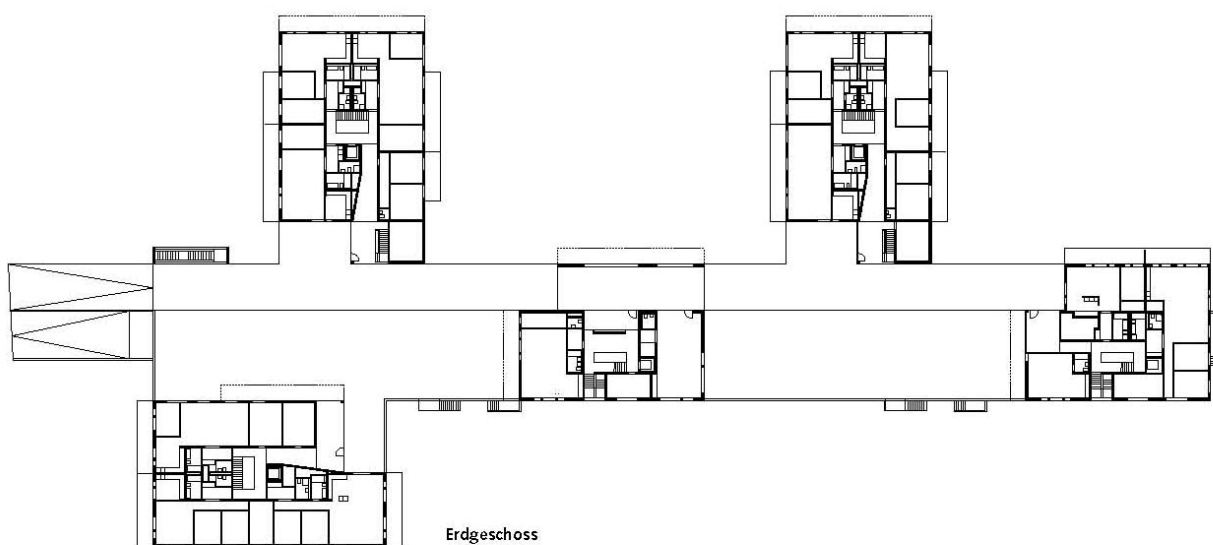
Dřevěné konstrukční systémy s masivním jádrem

Mnohem dále jde použití dřeva u následujících 3 objektů. Zde tvoří nejen fasádu s nosnou funkcí, ale i stropy, střechu a vnitřní nosné a dělicí stěny. Jako masivní stavba jsou provedena pouze podzemní podlaží centrální komunikační prostory. K obdobnému výsledku také došli inženýři a architekti z TU München a FH Rosenheim ve výzkumném úkolu „Haus der Zukunft“ – Dům budoucnosti. Dům navrhli tak, že kolem železobetonového jádra se schodištěm a výtahem rozvinuli dřevěný skelet. Typologicky se jedná také bodový dům, který umožňuje minimum přístupových chodeb a schodišť. Důležitá je také celková kompaktnost domu, která zmenšuje jeho obálku a tak snižuje finanční náklady na fasádu a tepelné ztráty objektu. Výsledek projektu Haus der Zukunft je samozřejmě mnohem univerzálnější a umožňuje využití jak pro bytové, tak i pro administrativní účely, protože nebylo třeba respektovat urbanistické souvislosti a požadavky investorů.

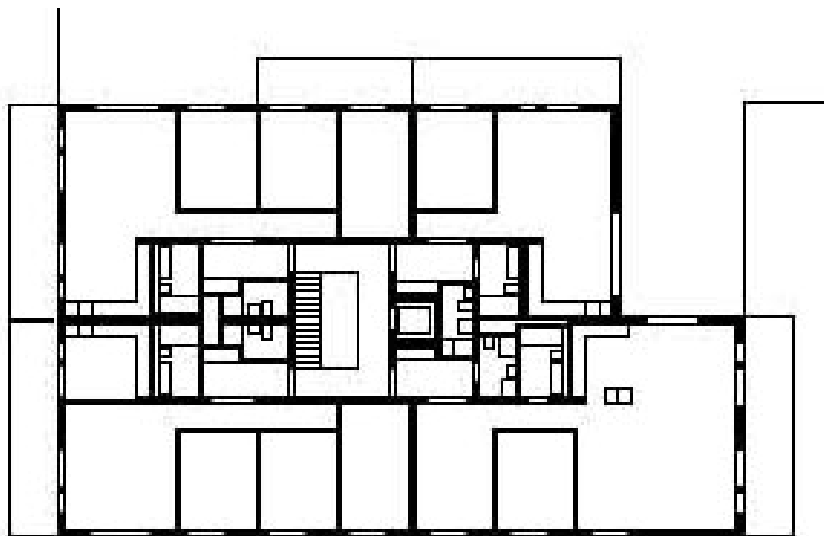
Bytové družstvo Familienheim-Genossenschaft Zürich vlastní přes 2000 bytů v Curychu v příjemné čtvrti pod kopcem Üetliberg. V roce 1998 převzalo od města Curych 13 000 m² na Hegianwandweg. Výhercem vyzvané soutěže se stal mladý curyšský atelier EM2N. Na 135 m dlouhém podzemním soklu s garážemi navrhli 5 pětipodlažních bytových domů z betonu se 75 byty o výměrách 75 – 138 m². Byty jsou velice variabilní a umožňují jak tradiční rozdělení obytných místností, tak i loftové řešení dispozic bytů. Koupelny a kuchyně jsou soustředěny kolem centrálního jádra. Po obvodu se rozkládá široký prostor, který je dělitelný na obývací pokoj, ložnice a pracovny dle požadavků majitelů. Všechny byty jsou rohové a disponují prostorným balkonem. V průběhu zpracovávání stavebního projektu se tvůrci po rozhovorech s odborníky na dřevěné konstrukce nadchli pro smíšený konstrukční systém. Vstříc vyšel kantonální odbor požární bezpečnosti, který tento projekt přijal

jako svůj pilotní v oblasti vícepodlažních dřevostaveb pro bydlení. Koncept nosné konstrukce je ideálním případem spolupůsobení dřeva a betonu. Centrální jádra o maximálních rozměrech 18 x 7 m stojí na betonovém soklu a ně jsou zavěšeny stropy na rozpětí 6 m z lepeného lamelového dřeva o tloušťce 200 mm. Ty se opírají do obvodových zdí, které jsou tvořeny rámovou dřevěnou konstrukcí. Konstrukce balkonů je tvořena z dřevěných fošen postavených na kolmo, které jsou vnořeny 600 mm hluboko do stropů z lepeného lamelového dřeva. Stropní a stěnové dílce byly vyrobeny předem. Na staveništi byly osazeny jeřábem během pouhých 2 týdnů. Vnější vzhled je konvenční a ničím nenapovídá tomu, že se jedná dřevostavbu, protože na fasádu byly použity laminátové desky, které byly omítnuty.

Obytný soubor Hegianwandweg – Zürich, ZH, situace



Obytný soubor Hegianwandweg – Zürich, ZH, půdorys typického patra



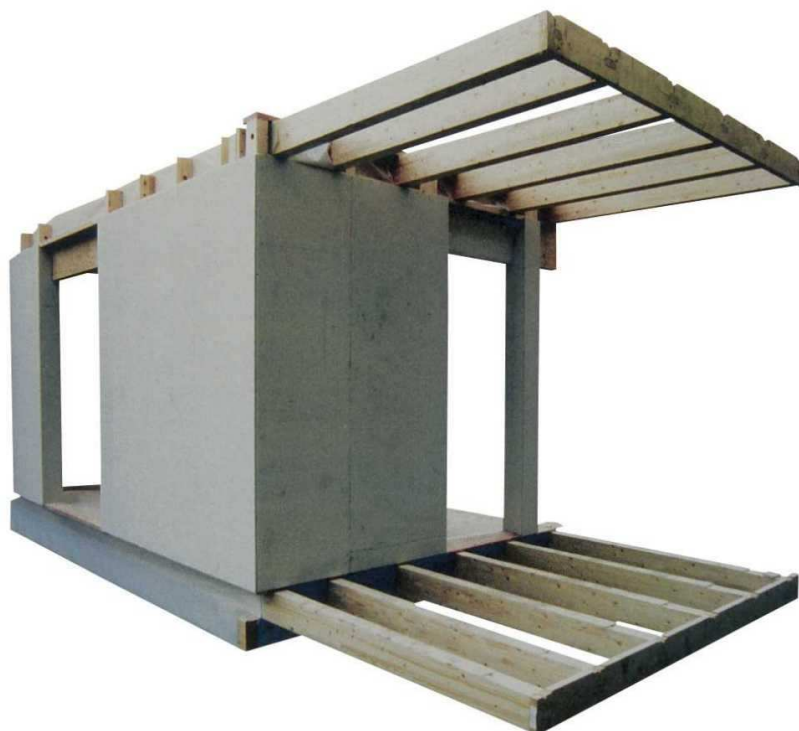
Obytný soubor Hegianwandweg – Zürich, ZH



Obytný soubor Hegianwandweg – Zürich, ZH



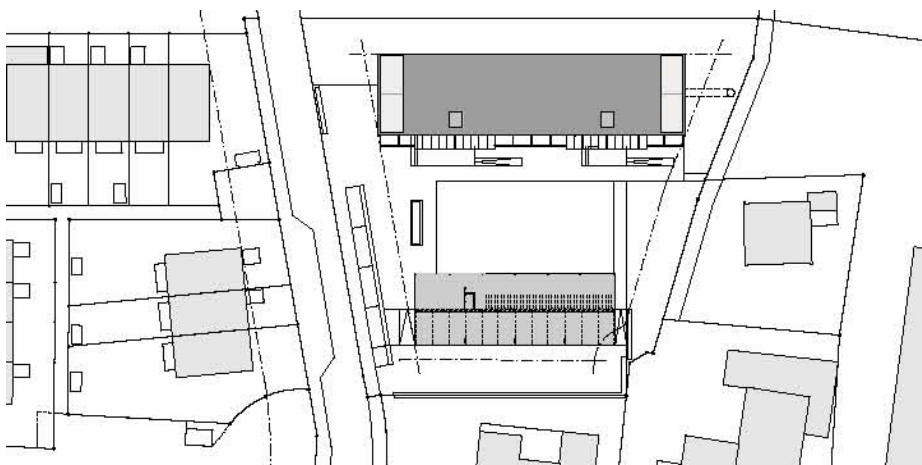
Obytný soubor Hegianwandweg – Zürich, ZH, konstrukční model



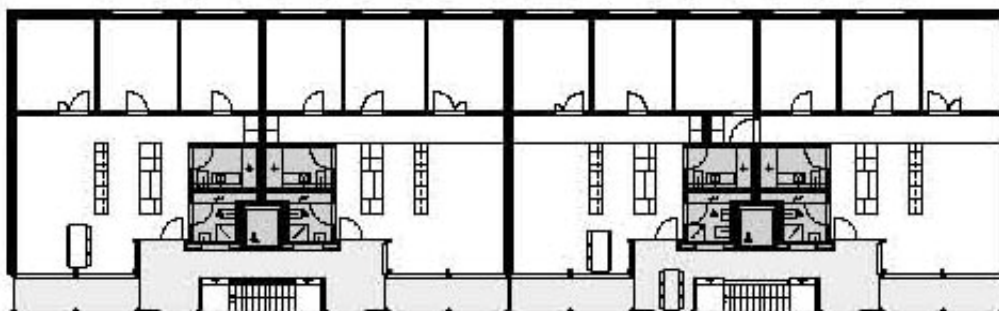
Čtyřpodlažní bytový dům bytového družstva AWZ na Lorzenstrasse v Zugu byl postaven v roce 2000 dle návrhu ateliéru Hegi Kolb Koch Architekten. Protože investor požadoval plnění přísného standardu MINERGIE, bylo kromě řízeného větrání a instalace slunečních kolektorů nutné zvolit také takové obvodové

konstrukce, které mají vysoký tepelný odpor. Konstrukční systém je podélný kombinovaný s tuhým jádrem. V zájmu trvale udržitelného rozvoje a rychlosti výstavby byl navržen dům z dřevěných rámu 220 mm širokých, které tvoří obvodové stěny. Jako rámová konstrukce je také navržena střední nosná zeď. Ztužujícím prvkem je zde stejně tak jako u ostatních staveb masivní betonové jádro, které v sobě skrývá mokré provozy. Pavlač a vnější schodiště jsou z protipožárních důvodů také železobetonové s ocelovými sloupy. Stropy ve bytech jsou dřevobetonové. To znamená, že na strop 100 – 120 mm tlustý je nadbetonována deska o tloušťce 100 – 120 mm, která zlepšuje požární odolnost stropů a vzduchovou neprůzvučnost. Stejný systém nalézají jako velice výhodný vědci z TU München a FH Rosenheim v již výše uvedeném výzkumném úkolu Haus der Zukunft. Dělicí stěny mezi byty jsou provedeny jako zdvojené z důvodů vyšší požární odolnosti. Architektonický výraz je jednoduchý. Jedná se o kubus opláštěný prkny ze švýcarské jedle douglasky, ke kterému přiléhá technicistní konstrukce pavlače. Vzhledem k tomu, že dělicí stěny nejsou nosné, je půdorys velice variabilní a umožňuje dělení na 2 až 5 pokojové byty.

Obytný dům Lorzenstrasse – Zug, ZG, situace



Obytný dům Lorzenstrasse – Zug, ZG, půdorys typického podlaží



Obytný dům Lorzenstrasse – Zug, ZG

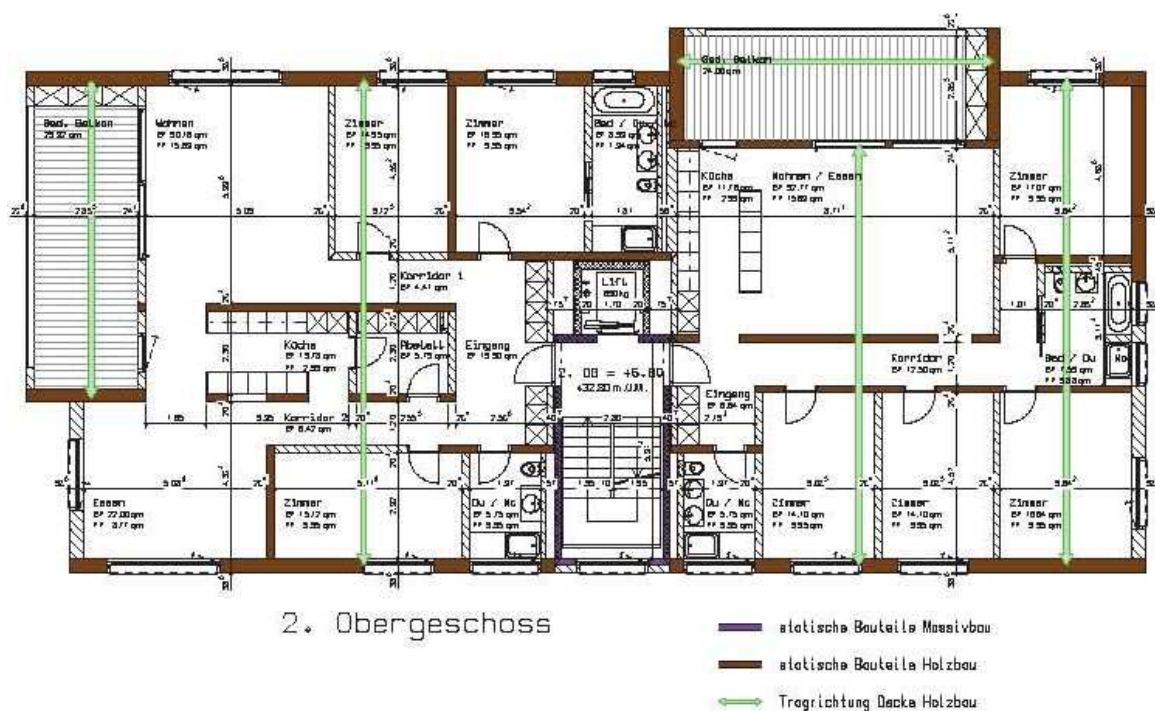


Obytný dům Lorzenstrasse – Zug, ZG



Pravděpodobně nejvyšším obytným dřevěným domem ve Švýcarsku je šestipodlažní obytný dům ve Steinhausenu v kantonu Zug od atelieru Scheitlin Syfrig + Partner Architekten AG. Pohnutky vedoucí k užití tohoto konstrukčního systému jsou víceméně stejné jako u předešlých dvou realizací. Betonový je sokl a komunikační jádro se schodištěm. Na betonovém soklu je postaveno 5 běžných a jedno ustupující podlaží. Na každém podlaží kromě ustupujícího se nacházejí 2 byty o ploše 149 a 166 m², které disponují lodžii o výměře přes 20 m². Vlastní konstrukční systém je podélný s masivním železobetonovým jádrem. Lodžie jsou odděleny a jejich nosný systém je kolmý na dům samotný. Inovativní je u toho domu řešení stropu. Z deseti různých prověřovaných variant se ukázala jako nejvýhodnější ta s komůrkovými nosníky, které fungují jako spojitý nosník o délce až 13,5 metrů, který je vyroben z 240 mm vysokých trámů a OSB desek. Svislými nosnými prvky jsou podélné obvodové zdi a 2 podélné vnitřní nosné zdi. Maximální dimenze nosných svislých prvků jsou 160 x 380 mm, které jsou u dle potřeby opláštěny překližkou nebo OSB deskami. V prvních dvou podlažích jsou nahrazeny masivními deskami z lepeného lamelového dřeva. Horizontální síly jsou z vnitřních a vnějších nosných stěn převáděny pomocí speciálních kovových spojek do masivního železobetonového jádra. Vnější vzhled je racionální a vychází z typologických a konstrukčních důvodů. Okna jsou ze statických důvodů umístěna nad sebou, velký objem zlidšťují vystupující objemy lodžií a dřevěný obklad, který je po vždy po patrech přerušen a vytváří tak horizontální členění objektu.

Obytný dům Steinhausen, ZG, půdorys



Obytný dům Steinhausen, ZG



Použitá literatura

Kyong won, S. *Design Documents Serier 12: Relational Objects_EM2N Architects/Switzerland*. Seoul: Damdi Publishing Co., 1. vydání 2005.

Makiol, P., R. Wiederkehr *Konstruieren mit Holz/Hrsg.Makiol + Wiederkehr*. Zürich: Lignum, 1. vydání 2008

Lignum, *Holzbulletin 73/2004 Vier und mehr Geschosse*. Zürich: Lignum, 1. vydání 2006

Hochparterre, *Holzbausiedlung in der Stadt: Ein konstruktives projekt, Sonderheft von Hochparterre(Beilage zu Hochparterre 10/2003)*. Zürich: Lignum, 1. vydání 2003

Schweizer Holzbau, *Schweizer Holzbau 9/2006*. Zürich: AG Verlag Hoch- und Tiefbau, 1. vydání 2006